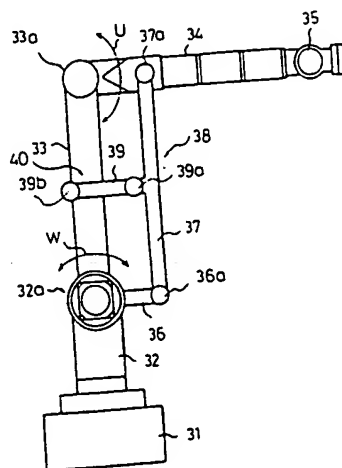


(54) DRIVING MECHANISM FOR ARM OF INDUSTRIAL ARTICULATED
ROBOT (43) 25.2.1992 (19) JP

(11) 4-57685 (A) (43) 25.2.1992 (19) JP
(21) Appl. No. 2-162949 (22) 22.6.1990
(71) FANUC LTD (72) NOBUTOSHI TORII(1)
(51) Int. Cl.⁶ B25J9/06, B25J9/10

PURPOSE: To lose no controllability at upper and lower lock positions, by restraining the binding point of 1st and 2nd arms between an intermediate link member and the 1st arm at the upper lock position at least of upper and lower lock positions superposed on the axial line of the 1st arm with major and intermediate link members in a parallel quadric link.

CONSTITUTION: A binding mean which makes 1st arm and 2nd arm drivable with their revolving integrally with major and intermediate link members 36, 37 in a parallel quadric link 38 restraining the binding point of 1st and 2nd arms 33, 34 between the intermediate link member 37 and 1st arm 33 at the upper lock position at least of the upper and lower lock positions superposed on the axial line of the 1st arm 33, is provided. The binding mean exists as a sublink mechanism 40 which is bridged to the 1st arm from the point on the intermediate link member displaced from the line connecting the connection point of the intermediate link member and major link member and the connection point of the intermediate link member and 2nd arm and which has a 2nd intermediate link 39 in the length equal to the major link member.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-57685

⑬ Int. Cl.⁵

B 25 J 9/06
9/10

識別記号

C
A

庁内整理番号

8611-3F
8611-3F

⑭ 公開 平成4年(1992)2月25日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全9頁)

⑮ 発明の名称 産業用多関節ロボットのアーム駆動機構

⑯ 特 願 平2-162949

⑰ 出 願 平2(1990)6月22日

⑱ 発 明 者 鳥 居 信 利 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック
株式会社商品開発研究所内

⑲ 発 明 者 水 野 均 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック
株式会社商品開発研究所内

⑳ 出 願 人 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

㉑ 代 理 人 弁理士 青 木 朗 外4名

明 細 書

1. 発明の名称

産業用多関節ロボットのアーム駆動機構

2. 特許請求の範囲

1. ロボット胴に枢着結合された第1のアームと、その第1のアームの先端に枢着結合された第2のアームと、前記第1、第2のアーム間に掛け渡された2つの主動、中間リンク部材を具備して該第2のアームに駆動力を伝達する平行四節リンクとを具備した産業用多関節ロボットのアーム駆動機構において、

前記平行四節リンクにおける前記主動、中間リンク部材が、前記第1アームの軸線に重なる上死点及び下死点の少なくとも上死点位置で前記中間リンク部材と前記第1アームとの間に前記第1、第2アームの枢着結合点を拘束して該第1アームと第2アームとを一体的に旋回駆動可能にする拘束手段を設けたことを特徴とする産業用多関節ロボットのアーム駆動機構。

2. 前記平行四節リンクを主リンク機構とし、前記拘束手段は、前記中間リンク部材と主動リンク部材との枢着結合点と前記中間リンク部材と前記第2アームとの枢着結合点とを結ぶ線から変位した該中間リンク部材上の点から前記第1アームに掛け渡され、かつ前記主動リンク部材と等長の第2の中間リンクを有した副リンク機構である請求項1に記載の産業用多関節ロボットのアーム駆動機構。

3. 前記拘束手段は、前記第1のアームに設けた案内カム手段と、前記中間リンク部材と主動リンク部材との枢着結合点と前記中間リンク部材と前記第2アームとの枢着結合点とを結ぶ線から変位した該中間リンク部材上の点に設けたカムフォロワーとから成る請求項1に記載の産業用多関節ロボットのアーム駆動機構。

4. 前記平行四節リンク機構における主動、中間リンク部材は、前記第1アームと該第1アームの先端に前記第2アームの後端を枢着結合してなる該第1、第2アームとが囲む180°の中心角

以下の領域内に設けられ、前記ロボット胴と前記第1アームとの枢着結合点に設けられた第2アームの駆動モータからの回転駆動力を該第2アームに伝動するように設けられている請求項1に記載の産業用多関節ロボットのアーム駆動機構。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、産業用多関節ロボットにおけるアームの駆動機構に関し、特に、ロボット胴の先端に枢着した第1アームと、その第1アームの先端に枢着した第2アームとを有した多関節ロボットにおけるロボット作業範囲、つまり、動作領域の拡張と、又、ロボット作用の過程におけるアームの種々の姿勢において周囲環境との干渉を可及的に回避し得るようにしたアーム駆動機構の改良に関する。

(従来技術と発明が解決しようとする課題)
第1、第2の2つのロボットアームを有した産

なり、故に正確なロボット動作を遂行不可能になる問題点がある。このことは、第1アーム、第2アーム1、2を有した多関節ロボットの動作領域は、第11図(イ)～(ホ)に示すように、第1アーム1、第2アーム2、主動リンク3、中間リンク4とが常に、平行四辺形を成す姿勢でロボット動作を行う必要が生ずる結果となる。つまり、第11図(ハ)に示すように、第1アーム1に対して第2アーム2が完全に伸長した状態で第1アーム1と第2アームとを一体化して旋回動作させることが困難となり、故に、動作領域の半径が、両アーム1、2の長さの和より小さくなると言う欠点がある。

他方、第9図は上述のような平行四節リンクを用いないで、第1アーム11はロボット胴9に対してW軸上に設けられた駆動モータMwから減速機Rwを介して回転駆動されることにより、W軸回りに揺動駆動され、この第1アーム11の先端にU軸回りに枢着結合された第2アーム12はU軸上に設けられた駆動モータMu、減速機Ruを

産業用多関節ロボットにおいて、該アームの機構に平行四節リンクを用いた構成は周知である。

第8図は従来のアーム駆動機構の1例を示す。第1、第2のロボットアーム1、2を有した多関節ロボットが第1アーム1の枢着結合線Wに設けた第1の駆動モータM1により該W軸線に揺動可能であり、第2アーム2は第2の駆動モータM2から、上記W軸線上一端が枢着した主動リンク3とその主動リンク3の他端3aと第2アーム2の後方部の一点に枢着された中間リンク4を有した平行4節リンク機構を経てU軸回りに俯仰旋回可能に構成された産業用多関節ロボットのアーム駆動機構がある。然しながら、種の平行四節リンク式アーム駆動機構を備えた産業用ロボットにおいては、平行四節リンクの主動リンク3と中間リンク4とが第1アームと重なる上死点位置及び下死点位置に達した際には、第1、第2アーム1、2のU軸上の枢着点における不安定状態が出現し、第2アームが第1アームと一体化する拘束状態が得られ

介して直接駆動され、U軸回りに俯仰旋回する一タによる直接駆動型の機構を示している。種の直接駆動型のロボットでは、特に、第1アーム11、第2アーム12の動作範囲が大きくなる利点がある反面、第2アーム12やその駆動モータMu、減速機Ru等が第1アーム11のモータMwに直接、重力負荷として作用する更に、加速時や減速時に第2アーム12の系第1アーム11の駆動モータMwに影響する負荷が第2アームの姿勢、位置に依って変動故に、第1アーム11の駆動モータMwは変動の動的負荷に対して予め充分な余裕を見込めるを有するモータによって形成しなければならぬ点等の問題点があり、特に、第1アーム1第2アーム12が直線状に伸長した姿勢状態第1アーム11の駆動モータMwにおよぶ負平行四節リンクを用いた多関節ロボットの駆動機構よりも大幅に大きくなる欠点がある。また、平行四節リンクを用いた従来の多関節ロボットとして、第10図に示すように、ロボッ

19の先端19aを前方へオフセット(実線図示のロボット19と点線図示のロボット19'の中心差Fがオフセット量に相当する)させた先端に形成し、このオフセット先端19aに第1アーム21の下端を枢着結合し、主動リンク23、中間リンク24を備えた平行四節リンクを第1アーム21と第2アーム22との後方部に設けた駆動リンク機構の構成も周知である。このオフセット構造を有したアーム駆動機構は、第2アーム22の後端側に後方領域における動作時に周囲環境との機械的干渉を可及的に回避するために、主動リンク23と第1アーム21との枢着結合点をロボット19のオフセット先端19aに変位させる構成を取ったものであるが、上記後方領域におけるロボット動作範囲、つまり動作領域は縮小されてしまう欠点があり、また、図示の姿勢のように、第1アーム21を後方領域に揺動させた姿勢状態にして後方領域でロボット作業を遂行するとき、前方領域では第2アーム22の先端、つまりロボット手首(図示なし)の装着部がロボット19

のオフセット先端19aと干渉を起こし易い等の欠点がある。

依って、本発明の主たる目的は上述した従来の第1、第2アームを備えた産業用多関節ロボットのアーム駆動機構に伴う問題点を解決し、かつ、欠点の解消を図った産業用多関節ロボットのアーム駆動機構を提供せんとするものである。

本発明の他の目的は、従来から採用されていた上述のごとき、多関節ロボットのアーム駆動機構における平行四節リンク型駆動機構と直接駆動型アーム駆動機構との両者の利点を生かした構成を実現した改良型の産業用多関節ロボットのアーム駆動機構を提供せんとするものである。

(課題を解決するための手段と作用)

本発明は、平行四節リンクからなる多関節ロボットのアーム駆動機構において、リンク部材又はカム機構を上記平行四節リンク内部に追加することにより、平行四節リンクの上死点位置や下死点位置における第1アームに対する第2アームの

不安定姿勢を解消するようにし、故に、第1アームと第2アームとを完全に伸長した姿勢で、第1アームの旋回に伴い第2アームも一体に旋回し得るようにしてロボット作業範囲、つまり、動作範囲の増大を図り得るようにし、かつ、第1、第2アームの動作領域における周囲環境との干渉を回避できるようにしたものである。

即ち、本発明によれば、ロボット胴に枢着結合された第1のアームと、その第1のアームの先端に枢着結合された第2のアームと、前記第1、第2のアーム間に掛け渡された2つの主動、中間リンク部材を具備して該第2のアームに駆動力を伝達する平行四節リンクとを具備した産業用多関節ロボットのアーム駆動機構において、

前記平行四節リンクにおける前記主動、中間リンク部材が、前記第1アームの軸線に重なる上死点及び下死点の少なくとも上死点位置で前記中間リンク部材と前記第1アームとの間に前記第1、第2アームの枢着結合点を拘束して該第1アームと第2アームとを一体的に旋回駆動可能にする拘

束手段を設けたことを特徴とする産業用多関節ロボットのアーム駆動機構が提供されるのである。

以下、本発明を添付図面に示す実施例に基づいて更に詳細に説明する。

(実施例)

第1図は、本発明に係る産業用多関節ロボットのアーム駆動機構の1実施例を示す正面図、第2図は同実施例のロボットの第1、第2のアームが上方へ伸長した状態における正面図、第3図は第2図のⅢ-Ⅲ矢視方向から見た側面図、第4図は本発明に係る産業用多関節ロボットのアーム駆動機構の他の実施例を示す正面図、第5図は同実施例のロボットの第1、第2のアームが上方へ伸長した状態における正面図、第6図は第5図のⅥ-Ⅵ矢視方向から見た側面図、第7図(イ)～(ハ)は、上記第1の実施例によるアーム駆動機構を備えた産業用多関節ロボットの動作領域を示した説明図である。第1～第3図を参照すると、本発明に係るアーム駆動機構を具備した産業用多関節ロ

ボットは、最下部にベース31を有し、このベース31上にロボット胴32を立設させ、該ロボット胴32の一端に形成された枢着結合部32aに第1のロボットアーム33が枢着結合されている。この第1のロボットアーム33は第1図では上方に延長し、該第1のロボットアーム33の先端に設けられた枢着結合部33aに、第2のロボットアーム34の最後端が枢着結合されている。第1のロボットアーム33の枢着結合部32aにおける揺動動作がW軸動作であり、又、第2のロボットアーム34の枢着結合部33aにおける俯仰旋回運動がU軸動作である。第2のロボットアーム34の先端にはロボット手首35が取付けられている。

さて、ロボット胴32と第1のロボットアーム33が枢着結合される枢着結合部32aから第2のロボットアーム34の伸長方向側に主動リンク36が突出され、この主動リンク36の先端の枢着結合部36aに中間リンク37が枢着されている。中間リンク37は第1のロボットアーム33と平行に延長し、第2のロボットアーム34の後方部の枢

着結合部37aにおいて該第2のロボットアーム34に枢着されている。即ち、主動リンク36、中間リンク37は第1のロボットアーム33、第2のロボットアーム34に枢着結合部32a、36a、37aで枢着された構造により、平行四節リンク機構38を形成しているのである。そして、第3図に図示のように、枢着結合部32aのW軸上には左右に分離して第1のロボットアーム33を直接駆動する駆動モータMwが減速機を介して結合され、又、第2のロボットアーム34を上記平行四節リンク機構38を介して駆動する駆動モータMuが結合されている。つまり、駆動モータMuが出力する回転駆動力により主動リンク36が枢着結合部32aのまわりに旋回駆動されると、中間リンク37を介して該駆動力が第2のロボットアーム34のU軸動作を起動させるアーム駆動機構の構成となっている。しかも、本発明によれば、上記平行四節リンク機構38を駆動力伝達用の主リンクとし、かつ、中間リンク37の略中間点におき、枢着結合部36aと37aとを結ぶ該中間リンク

37上の線から第1のロボットアーム33側に変位した位置に枢着結合部39aを有した第2の中間リンク39が主動リンク36と平行に且つ、等長を有して設けられており、その他端は第1のロボットアーム33に設けた枢着結合部39bに枢着結合されている。このように第2の中間リンク39を主リンクの中間リンク37と第1のロボットアーム33との間に設け、主動リンク36、中間リンク37の下方部、第2の中間リンク39、第1のロボットアーム33の下方部との四節から成る副リンク40を設けると、第2図に示すように、平行四節リンク38からなる主リンク側が上死点位置に達しても副リンク40側が、第2図に破線図示した平行四辺形状の剛節リンクを形成し、従って、第2のロボットアーム34は主リンク側が上死点状態にあって両アーム33、34の枢着結合部33aにおける剛性が低下していても副リンク側を介して両者は第1のロボットアーム33のW軸回りの運動時に第2のロボットアーム34も一体となって枢着結合部32aを中心に揺動旋回を行うことがで

きるのである。つまり、副リンク40は主リンク側が上死点位置にあるとき、第2のロボットアーム34を第1のロボットアーム33に対して拘束するように機能し、第2のロボットアーム34のみらつきを阻止する。故に、従来、平行四節リンクを有した多関節ロボットの泣き所とされていた死点位置におけるロボット動作機能の制約性の喪失が解消され、本実施例から明らかなように、第1、第2のロボットアーム33、34を有した多関節ロボットが、平行四節リンク機構38を有したアーム駆動機構を具備しながら、第9図に示した従来の直接駆動型多関節ロボットの第1、第2のロボットアームと同様な大きな動作半径を有した広い動作領域に渡ってロボット作業を遂行できるのである。

なお、上述の説明は、平行四節リンク38からなる主リンクが上死点位置における安定した動作制御性に就き説明したが、主リンクが下死点状態に在るときも、同様に副リンク40が第1、第2のロボットアーム33、34間を拘束し得ることは理解できよう。実際のロボット作業上の観点から

は、上死点位置におけるロボット動作性能が確保されれば、広い動作領域に渡り多関節ロボットがロボット制御装置による制御指令に従って安定した動作を達成でき、所望のロボット作業を遂行できる。

第4図から第6図は、本発明に係る他の実施例として、上死点位置におけるロボットアームの動作の安定した制御性を確保する構成を有したアーム駆動機構を備える多関節ロボットの例を示している。

第4図～第6図において、前述した実施例と同様なロボットの基本構造部、つまり、ベース、ロボット胴、第1、第2ロボットアーム、平行四節リンク等は同参照番号で示してある。

本実施例では、主リンクを成す平行四節リンク38における中間リンク37の中間部におき、該中間リンク37の上下の枢着結合部36a、37aを結ぶ線から第1ロボットアーム33側に変位して位置41aを回転中心とした回転ローラ形状のカムフォロワー要素42を設け、かつ、平行四節

リンク38からなる主リンク側が第5図に示す上死点位置に達したときに、同カムフォロワー要素42が第5図に図示された運動軌跡P（主動リンク36の長さrを半径とする円形軌跡である）をたどって第1ロボットアーム33に設けられた一対の案内カム43a、43bの間に挟持されるように構成されている。このように、案内カム43aと43b、カムフォロワー要素42を設けた構成により、主リンク側が上死点位置にあり、第1ロボットアーム33と第2ロボットアーム34との枢着結合部32aにおける剛性が低下したとき、案内カム43a、43bにカムフォロワー42が挟持されることにより、主リンク側の中間リンク37を介して第1、第2ロボットアーム33、34が拘束され、故に、第1ロボットアーム33が駆動モータMwによりW軸回りに揺動されるとき、第1ロボットアーム33も枢着結合部32aから第1ロボットアーム33と平行ないし一直線となるように伸長した状態で一体となってW軸まわり

に旋回可能となる。つまり、多関節ロボットが上死点位置でもアームの動作制御性を喪失することなく、安定したロボット動作を奏することができるのである。なお、上記の案内カム43a、43bは適宜の取付手段、例えば、ボルトねじ等により第1ロボットアーム33の所定の位置に取付られている。

第7図は上述した本発明に係るアーム駆動機構を具備した多関節ロボットのうち、第1の実施例に係るロボットを代表例として示した第1、第2ロボットアーム33、34の動作過程と動作領域とを図示したものである。第7図の(イ)は、第1、第2ロボットアーム33、34によりロボットベース31の近傍位置で該第2ロボットアーム34の先端に手首35を介して装着されたエンドエフェクタで所望のロボット動作を遂行する姿勢位置をしめし、平行四節リンク38から成る主リンクの主動リンク36はロボット胴32に重なる位置に来ている。この状態から平行四節リンク38の作用で第2ロボットアーム34が枢着結合部32aの回りにU軸旋回され、第1ロボットア

ーム33もW軸回りに旋回すると、第7図(ロ)で示す位置に達することができる。この状態から更に、第2ロボットアーム34を主リンクが上死点位置に来るまでU軸動作したすると、第1、第2のロボットアーム33、34は最大長まで伸長し、第7図の(ハ)に示す位置に達する。つまり、この最大長位置から内側の動作領域内の各位置には第1、第2ロボットアーム33、34が夫々W軸、U軸回りに旋回して到達可能な領域となる。そして、(ハ)の上死点位置においても本発明に係る副リンク40が作用して両アームは一体動作可能な状態にあるので、状態(ハ)から(ニ)まで両アーム33、34は一体と成ってW軸動作を遂行できる。その後、第2ロボットアーム34を再び、主リンクの作用でU軸旋回させれば、状態(ホ)、(ヘ)へ移行することができる。すなわち、第7図にうちわ形の外周を有して図示された動作領域内のどの位置にも第1、第2ロボットアーム33、34がW軸、U軸動作の組み合わせで到達可能となる。この動作領域は、明らかに第

11図に示した従来の平行四節リンクを有した多関節ロボットの動作領域に比較して大幅に拡大されていることがわかる。

しかも、上述した説明による本発明の2つの実施例からも明らかなように、本発明では、平行四節リンク38が第1、第2ロボットアーム33、34が枢着結合部32aの点に関して中心角180°以内で両者間に挟む動作領域の内部に主動リンク36、中間リンク37、第2中間リンク39、カムフォロワー42等を有し、第2ロボットアーム34の後方領域には何らの突出部材を有しないアーム駆動機構を構成しているので、第7図に示す広大な動作領域に渡って第1、第2のロボットアーム33、34が動作する過程においても、動作対象と反対側に在る周囲環境と干渉を起こすような危惧は無いと言う利点を有しているのである。つまり、1台の多関節ロボットにより網羅することのできる作業領域を大きくとれ、しかもその領域内において動作対象に所定のロボット作業を遂行している間にロボット機体の一部が機体後方の

機器類に接触する等の不利は無く、僅かに、機体自体との接触があるロボット周囲の領域だけを不使用領域とする極めて有用性の高い多関節ロボットが得られるのである。

(発明の効果)

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、2つの枢着結合されたロボットアームを備えた多関節ロボットのアーム駆動機構において、上死点位置や下死点位置等における制御性を喪失ことの無い広い動作領域を備えた多関節形ロボットがえられ、しかも、動作過程に周囲環境との干渉が極力低減された多関節形ロボットが得られるのである。つまり、第2ロボットアームのU軸動作は平行四節駆動リンクを介して駆動され、しかも上死点、下死点位置における動作制御性を失うことなく、かつ、第1、第2ロボットアームの両者を直接、駆動モータで駆動する直接駆動形の多関節形ロボットと同様な広い動作領域を得ることができるのである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係る産業用多関節ロボットのアーム駆動機構の1実施例を示す正面図、第2図は同実施例のロボットの第1、第2のアームが上方へ伸長した状態における正面図、第3図は第2図のⅢ-Ⅲ矢視方向から見た側面図、第4図は本発明に係る産業用多関節ロボットのアーム駆動機構の他の実施例を示す正面図、第5図は同実施例のロボットの第1、第2のアームが上方へ伸長した状態における正面図、第6図は第5図のⅥ-Ⅵ矢視方向から見た側面図、第7図(イ)～(ハ)は、上記第1の実施例によるアーム駆動機構を備えた産業用多関節ロボットの動作領域を示した説明図、第8図は従来の平行四節リンク機構を有した多関節ロボットの構成を示す部分斜視図、第9図は従来の直接駆動形の多関節形ロボットのアーム駆動機構を示す略示部分斜視図、第10図は従来の平行四節リンクをアーム駆動機構として具備した多関節形ロボットの後方部の干渉を回避するオフセット構造を説明した略示正面図、第11図

は、従来の平行四節リンクから成るアーム駆動機構を有した多関節形ロボットの動作領域を示す説明図。

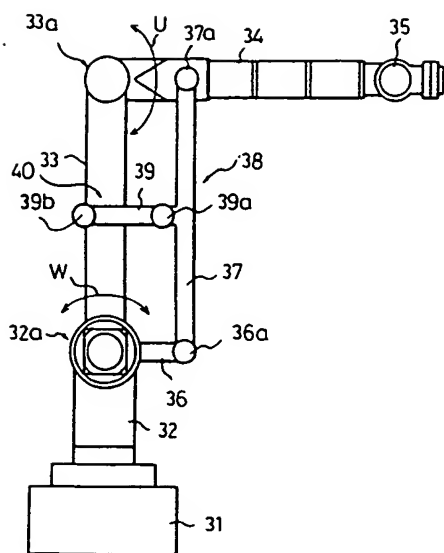
31…ベース、32…ロボット胴、33…第1ロボットアーム、34…第2ロボットアーム、36…主動リンク、37…中間リンク、38…平行四節リンク、39…第2の中間リンク、40…副リンク、42…カムフォロワー、43a、43b…カム。

特許出願人

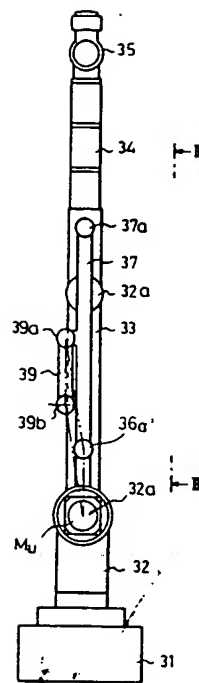
ファナック株式会社

特許出願代理人

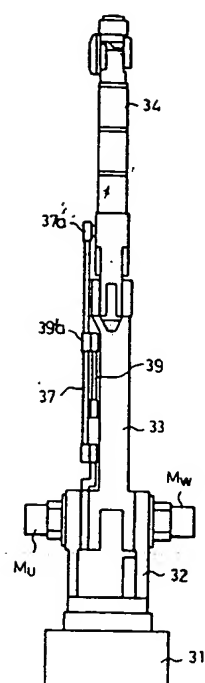
弁理士 青 木 朗
弁理士 石 田 敬
弁理士 中 山 森 介
弁理士 山 口 昭 之
弁理士 西 山 雅 也



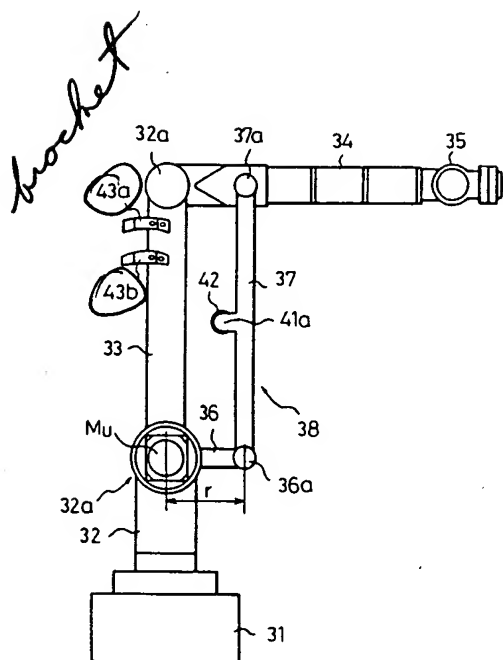
第 1 図



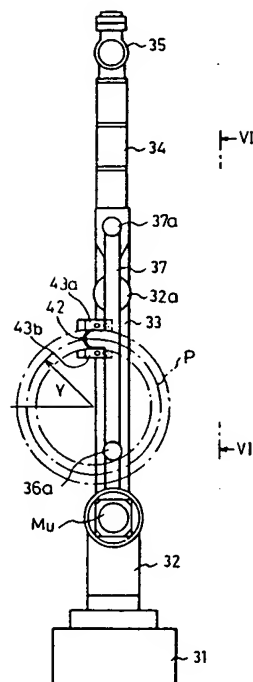
第 2 図



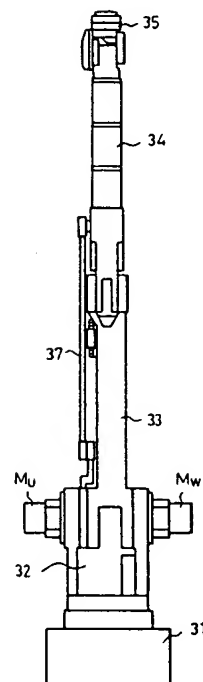
第 3 図



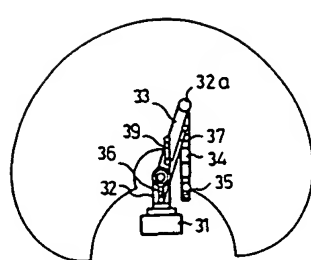
第 4 図



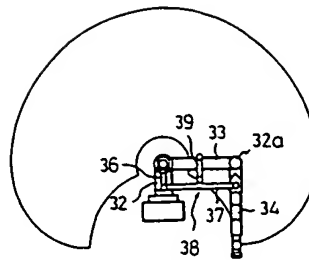
第 5 図



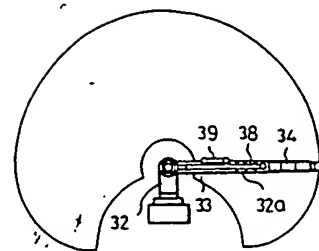
第 6 図



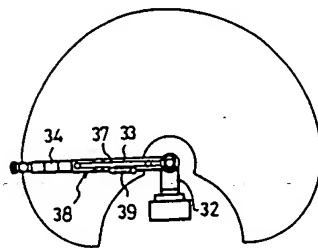
(イ)



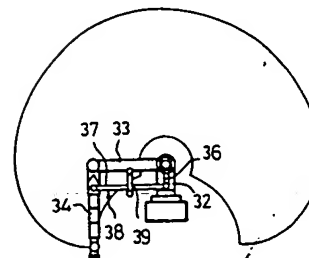
(ロ)



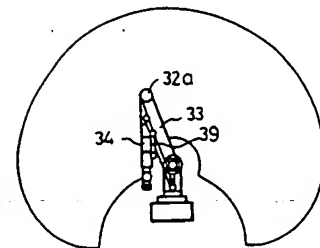
(ハ)



(ニ)

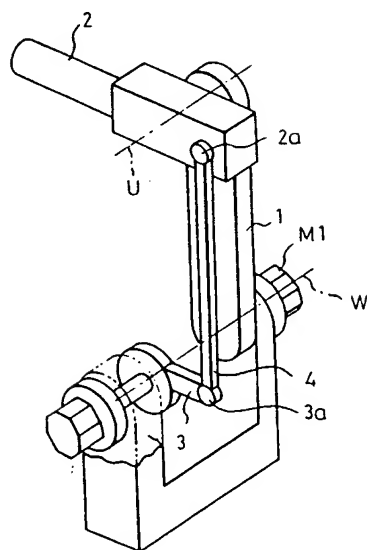


(ホ)

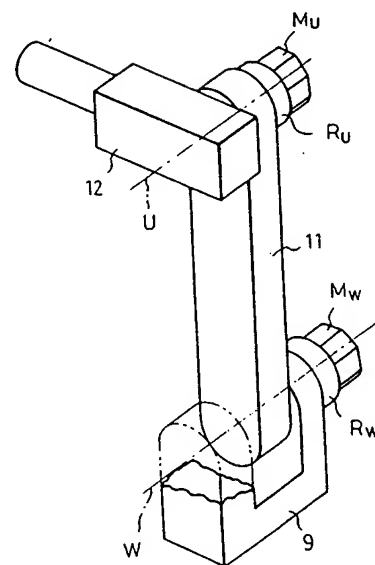


(ヘ)

第 7 図

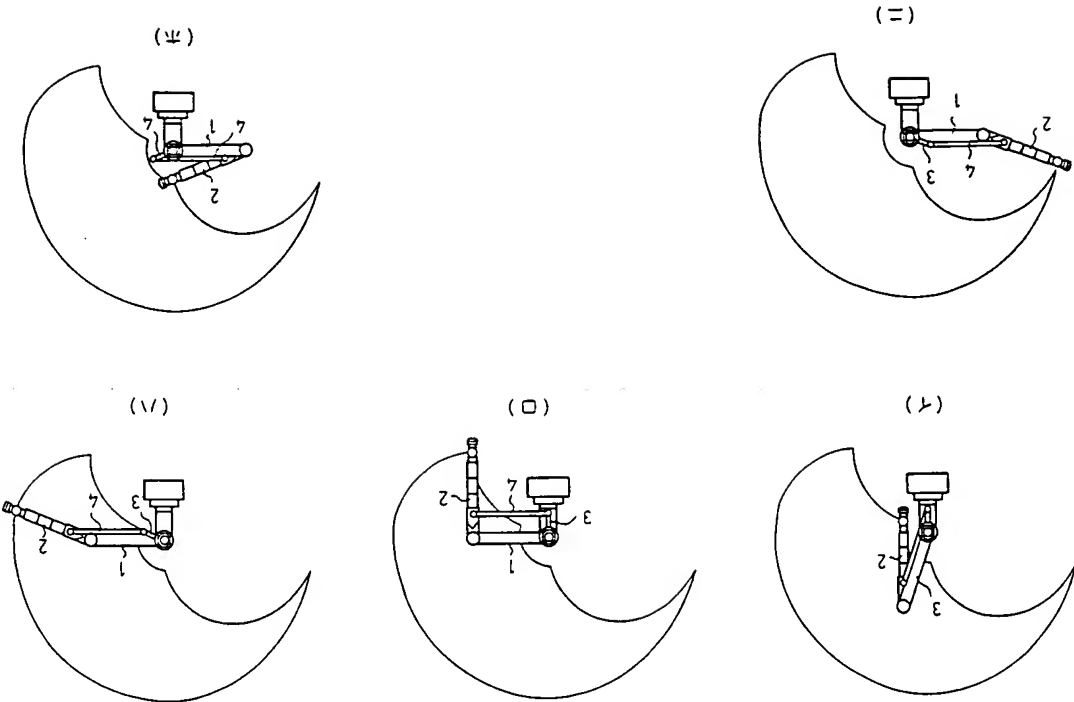
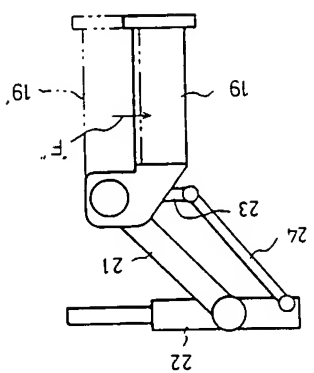


(従来技術)
第 8 図



(従来技術)
第 9 図

第10図
(従来技術)



第11図
(従来技術)